



# La structure spatiale de l'offre de transport à grande vitesse

Olivier Klein

## ► To cite this version:

Olivier Klein. La structure spatiale de l'offre de transport à grande vitesse. ASRDLF. Tendances spatiales contemporaines et leur impact sur l'avenir des régions ou la diversification régionale à l'épreuve des faits - XXXVIIIème colloque de l'ASRDLF, 21-23 août 2002, Trois-Rivières, Québec, 2002, France. 15 p. halshs-00106184

**HAL Id: halshs-00106184**

**<https://shs.hal.science/halshs-00106184>**

Submitted on 3 Oct 2007

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

38<sup>ème</sup> COLLOQUE DE L'ASSOCIATION  
DE SCIENCE REGIONALE DE LANGUE  
FRANCAISE

Trois-Rivières, 21-23 Août 2002

"la diversification régionale à l'épreuve des faits"

**La structure spatiale  
de l'offre de transport à grande vitesse**

Olivier KLEIN, enseignant-chercheur à l'Ecole Nationale des Travaux Publics  
de l'Etat-Laboratoire d'Economie des Transports  
rue Maurice Audin - 69518 Vaulx-en-Velin cedex  
tel : ~33 (0)4 72 04 77 18 fax : ~33 (0)4 72 04 70 92  
courriel : olivier.klein@entpe.fr

**Mots-Clés :** (au maximum 5)

Accessibilité, avion, train à grande vitesse, réseau métropolitain

**Résumé :**

Ce papier propose une analyse détaillée de la géographie de l'offre de transport de personnes à grande vitesse en France. Passant en revue l'abondante littérature sur le thème de l'accessibilité interurbaine, il expose d'abord l'intérêt d'une sélection des service pris en compte. Ensuite, il expose de manière détaillée la méthodologie suivie pour construire les indicateurs présentés et pour les cartographier. Dans un troisième temps, les résultats sont analysés. Ils permettent de visualiser deux ensembles d'agglomérations : tout d'abord un groupe de sept métropoles (plus Paris) qui forme un réseau parfaitement maillé, ensuite, les agglomérations moins importantes dont la structure de desserte générale est constituée de liaisons de proximité et d'un lien avec Paris. Pour attendus qu'ils soient, ces résultats méritent d'être rapprochés de ceux concernant l'analyse qualitative de la demande qui faisaient également apparaître une structure spatiale duale entre *espace métropolitain* et *espace banal*.

## Introduction

A chaque époque, les réseaux de transports les plus performants reflètent l'organisation spatiale qui prévaut. Les voies romaines qui, du fond de l'Empire convergent sur Rome, matérialisent l'emprise de la ville sur ces territoires, sa force, mais aussi ses fragilités. Ensuite, et pour de longs siècles, l'indigence des voies de circulation à longue distance traduit la faiblesse des échanges entre région. Plus que le pouvoir politique, c'est l'intensité des échanges économiques qui imposera une autre géographie des transports, comme l'illustre Stevenson qui au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle compare le vide des quelques routes royales françaises au trafic dense d'un réseau routier britannique déjà beaucoup plus étoffé. Quelques décennies plus tard, le chemin de fer consacrera cette organisation spatiale structurée par le commerce et l'industrie. Aujourd'hui, le phénomène de métropolisation dessine un réseau hiérarchisé de points d'accumulation des activités humaines, mais plus encore de la richesse et du pouvoir. Il est admis que les services de transport participent de cette trame.

La présente communication vise à vérifier sur des bases solides qu'il en va de même au sein de l'espace français. Elle s'attache donc à mettre en évidence la structure de la répartition géographique de l'offre de transport de personne à grande vitesse.

## Une répartition spatiale hiérarchisée de l'offre de transport

Depuis la fameuse « étoile Legrand », il est parfaitement établi que l'offre de transport ferroviaire est en France largement centrée sur la Capitale. L'analyse que Jean VARLET donne dans sa *Géographie des relations ferroviaires en France* (1987) en fait une évidence. Depuis la rédaction de ce travail, le réseau TGV s'est certes étoffé. On a même pu mettre en place des TGV d'interconnexion qui mettent directement en relation des villes de province. Cette dernière avancée est importante, mais très partielle. En outre, elle renforce aussi la desserte francilienne *via* les arrêts systématiques à Massy, Roissy-CdG ou Chessy. Elle ne remet pas en cause la domination que Paris exerce sur le reste de la France du point de vue de l'accessibilité. La question de la hiérarchie spatiale dessinée par l'offre de transport ne se pose donc encore que concernant les villes de Province.

Les mesures et analyses d'accessibilité conduites sur la trame urbaine en France ou en Europe mettent toutes en évidence de fortes disparités. L'ouvrage co-édité par la DATAR en 1993 sous le titre *Circuler demain* en rassemble plusieurs assez significatives de ce point de vue (CAUVIN, MARTIN et REYMOND, 1993 ; L'HOSTIS, MATHIS et POLOMBO, 1993 ; AUPHAN *et alii*, 1993). La vitesse de desserte, comme dans la *Géographie* de Jean VARLET, est toujours l'un des critères importants retenus et l'impact des réseaux à grande vitesse une préoccupation générale. Pourtant, aucune limite dans la durée des parcours pris en compte n'est fixée dans les études de ce type (voir aussi GUTIERREZ et URBANO, 1996 ; GUTIERREZ, GONZALES et GOMEZ, 1996) (1).

---

(1) Un article de Gabriel DUPUY et Vaclav STRANSKY (1996) présente les résultats d'une étude de l'accessibilité routière de 190 villes européennes à travers un tableau indiquant le nombre de nœuds que l'on peut atteindre au départ de chaque ville en un temps donné. La limite choisie (8 heures), nécessairement longue si l'on souhaite obtenir des résultats non triviaux à cette échelle, indique que l'on ne se situe pas dans la gamme des grandes vitesses. Cette tentative reprend en partie – sans le mentionner d'ailleurs – la proposition évoquée ci-dessous, avancée dès 1970 par Gunnar TÖRNQVIST et l'école de Géographie de l'Université de Lund.

Il semble alors qu'en procédant ainsi, l'on ne mesure que de manière peu satisfaisante la réalité de l'offre à grande vitesse. On introduit tout d'abord un effet de dilution des relations parcourues à grande vitesse dans un ensemble de liaisons théoriquement possibles, mais qui peuvent bénéficier d'une faible efficacité du réseau et/ou supporter un temps de parcours très élevé. Cet effet de dilution devient vite non négligeable dès que le nombre de villes prises en compte est important.

L'accessibilité moyenne d'un point (ou plutôt « l'inaccessibilité » comme le soulignent Nadine CATTAN et Claude GRASLAND, 1997, p. 15) est ainsi classiquement définie comme la somme des distances (distance-temps, distance-coût, etc.) d'accès à un échantillon de villes (CAUVIN, MARTIN et REYMOND, 1993 ; CATTAN *et alii*, 1994). Chaque distance est éventuellement pondérée par le poids relatif de la ville atteinte (GUTIERREZ et URBANO, 1996 ; GUTIERREZ, GONZALES et GOMEZ, 1996 ; CATTAN et GRASLAND, 1997), mais seulement de manière exceptionnelle selon le temps de trajet (VICKERMAN, SPIEKERMANN et WEGENER, 1999). Il en résulte concrètement que l'accessibilité ferroviaire de Lyon, par exemple est ainsi en partie déterminée non seulement par les 6h nécessaires pour rejoindre Bordeaux en train depuis les bords du Rhône, mais aussi les 5h pour Reims, les 5h30 pour Aurillac, etc. L'image ainsi produite n'est pas fausse. Elle traduit une réalité de l'offre ferroviaire, mais elle vient minorer l'impact de la disponibilité ou non d'une offre de transport à grande vitesse.

On peut rappeler rapidement que la grande vitesse a été définie ici, en référence aux déplacements à motif professionnel, à partir de la possibilité offerte aux voyageurs de réaliser un voyage aller-retour dans la journée tout en ménageant une plage de temps appréciable à destination. Le seuil d'accessibilité que constitue le fait d'offrir cette possibilité a été souligné. Des marques tangibles de sa traduction dans les comportements de déplacements ont pu être observées. Selon cette logique de seuil, il semble alors plus pertinent de considérer de manière plus radicale qu'une liaison à grande vitesse existe ou n'existe pas, plutôt que de considérer que, toutes choses égales par ailleurs, une liaison desservie en 6h vaut la moitié d'une liaison parcourue en 3.

## **Représenter l'offre de transport à grande vitesse à partir des fréquences**

Afin de produire une image de la hiérarchisation de l'offre de transport à grande vitesse en France, il est donc envisageable d'appliquer de façon systématique ce principe binaire et de ne prendre en considérations que les seules dessertes suffisamment rapides et fréquentes pour permettre ces pratiques d'aller-retour dans la journée. Cette proposition est cohérente avec celle avancée il y a 30 ans par le géographe suédois de l'Université de Lund, Gunnar TÖRNQVIST (1970). À travers la notion de *système de contacts*, celui-ci a en effet émis l'hypothèse selon laquelle la position d'une ville au sein de la hiérarchie urbaine pouvait être traduite par le nombre d'interactions quotidiennes qu'elle entretient avec d'autres. Il en a déduit une mesure d'accessibilité fondée sur le décompte de la population qu'il est possible d'atteindre en aller-retour sur une journée de travail, au départ d'un point donné. On fixera dans ce qui suit la valeur-limite du temps de parcours au-delà duquel les dessertes ne seront pas prises en compte à 3h15.

3h15 peut sembler un temps de trajet déjà fort long aux habitués du TGV entre Paris et Lyon ou aux abonnés des lignes aériennes intérieures. Pourtant, il marque bien le temps de parcours en deçà duquel commencent à apparaître des comportements de déplacement typiques de la grande vitesse. Pour justifier ce choix, on peut considérer par exemple les deux liaisons TGV Paris-Bordeaux d'une part et Lyon-Lille d'autre part. Voici deux relations qui,

malgré une certaine fragilité – déjà soulignée ailleurs pour la première (KLEIN et CLAISSE, 1997) –, semblent devoir être incluses dans le club de la grande vitesse ferroviaire. Un temps de parcours limite fixé à 3h15 permet de retenir 15 trains sur les 20 proposés par la SNCF un jour banal de semaine de l'automne 2000 entre Paris et Bordeaux et 7 sur 10 entre Lyon et Lille. En ne retenant pas l'intégralité de la grille de desserte mise en place, il rend compte de la fragilité mentionnée. En conservant un nombre significatif de trains, il traduit néanmoins la substance de l'offre. Par comparaison, un seuil fixé à 3h ne conserverait que 3 trains quotidiens entre Paris et Bordeaux et un seul entre Lyon et Lille.

En revanche, 3h15 semble une limite très élevée pour les relations courtes. Un tel temps de parcours entre Amiens et Rouen par exemple (124 km par la route) ne correspond effectivement pas à une offre à grande vitesse (2). Sur de telles distances, c'est sans doute la voiture qu'il aurait fallu considérer plutôt qu'un mode collectif. Néanmoins, le même seuil a été conservé pour l'ensemble des relations, quelle que soit leur longueur, de manière à sauvegarder l'homogénéité des critères de sélection.

Nombreuses sont les analyses de l'accessibilité procurée par un mode qui ont été proposées concernant la France ou le territoire de l'Union Européenne. Les approches pluri-modales ne sont pas rares, mais elles combinent essentiellement des accessibilités routières et ferroviaires (DUMARTIN, 1994 ; CATTAN et GRASLAND, 1998). Les combinaisons impliquant l'offre aérienne sont moins fréquentes. On peut néanmoins citer celle présentée dans la thèse de Nadine CATTAN (1992a, la partie sur l'accessibilité étant reprise dans CATTAN, 1992b), mais qui sur ce thème, en reste à la simple juxtaposition de mesures d'accessibilité spécifiques à chaque mode. Le travail le plus intéressant de ce point de vue reste celui de Philippe MENERAULT et Vaclav STRANSKY (1999) concernant l'amélioration de la desserte de Lille en prenant non seulement en considération l'accessibilité purement ferroviaire ou purement aérienne, mais aussi les possibilités offertes par un rabattement TGV de Lille vers Roissy-CdG et une correspondance avec l'avion. Cette tentative enseigne également que le simple décompte du nombre de fréquences de dessertes ainsi disponibles dans plusieurs configurations vers les autres grandes villes françaises permet de préciser l'ampleur des enjeux d'une coordination de l'offre des 2 modes.

## **Quelques aspects méthodologiques concernant la construction des cartes**

En choisissant de représenter les fréquences de desserte (sous la condition de temps de parcours-limite déjà indiquée), plutôt que les temps de parcours généralement retenus, il semble donc possible, suivant cet exemple, de proposer une image pluri-modale – et moins habituelle – de la répartition spatiale de l'offre de transport à grande vitesse. Les cartes qui suivent ont été construites sur ce principe. Elles sont fondées sur les informations qui ont pu être collectées par interrogation systématique des serveurs Internet des grands opérateurs aériens (Air France, Air Liberté et Swissair) et ferroviaires (SNCF). Les fréquences de chaque relation ont toutes été relevées pour un jour de semaine considéré comme banal, le mardi 21 novembre 2000. L'encadré ci-dessous garde la mémoire des détails de cette collecte et du traitement que les informations recueillies ont subi.

---

(2) À titre d'illustration de ce phénomène, sur les 5 trains quotidiens relevés entre Amiens et Rouen, 4 ont des temps de parcours compris entre 1h20 et 1h35, correspondant à une vitesse variant de 93 à 78 km/h. Le dernier est beaucoup plus long (2h10) et lent (57 km/h). La durée du trajet routier entre les deux villes annoncée sur le serveur mappy ([www.mappy.fr](http://www.mappy.fr)) est parfaitement similaire (1h30). Ce n'est donc pas tant la valeur-limite retenue qui pose problème que la comparaison des performances du rail et de la route.

Une question récurrente des calculs d'accessibilité est de réussir à distinguer ce qu'une desserte doit aux contraintes propres à l'offre de transport de ce qu'elle doit à des grandeurs aussi déterminantes pour la demande que sont la distance et le poids démographique des deux points reliés. Impossible quête en vérité qui supposerait que l'une puisse évoluer indépendamment des autres. Les deux aspects sont indissociables, pourtant la préoccupation est d'autant plus pertinente que l'on représente ici directement des fréquences de desserte : le nombre de liaisons quotidiennes offertes sur une relation n'est séparé du trafic, si l'on suppose un taux de remplissage constant de chaque véhicule, que par la capacité variable de ces derniers.

Il convenait donc de donner au lecteur d'une carte le moyen d'apprécier la distorsion que subit l'offre par rapport à ce qu'imposerait le simple jeu des masses et des distances. Le code de couleurs proposé ici vise cet objectif en indiquant la valeur du ratio  $K$  égal au rapport de la fréquence observée et d'une fréquence théorique calculée par l'intermédiaire d'une formule gravitaire. Les coefficients de cette formule gravitaire ont été déterminés par régression linéaire multiple de manière à reproduire du mieux qu'il est possible l'ensemble des valeurs observées, compte tenu de la variation des populations et des distances (voir encadré). Une valeur du ratio  $K$  supérieure à 1 indique une offre plus dense, relativement au poids et à la distance des villes considérées, que la moyenne des relations. Une valeur inférieure à 1 révèle au contraire une offre plus lâche que la moyenne.

Cette solution est identique, au calage par régression près, à celle mise en œuvre par Félix DAMETTE pour représenter les flux de trafic ferroviaire, puis téléphonique, dans son ouvrage *La France en ville* (DAMETTE, 1994). Elle paraît à l'usage moins satisfaisante dans le cas présent car les stratégies d'offre de chacun des modes – ferroviaire et aérien – diffèrent sensiblement sur l'aspect de la fréquence. Sur les liaisons les plus denses, en longue distance, les fréquences ferroviaires les plus élevées sont de l'ordre de la vingtaine d'allers-retours journaliers. En comparaison, les fréquences aériennes dépassent dans plusieurs cas la trentaine, voire approchent la cinquantaine sur Paris-Toulouse. On constate, à travers ces quelques chiffres, que les relations qui, du fait de leur longueur, sont préférentiellement desservies par l'avion risquent aussi d'être celles qui, tendanciellement, bénéficient des fréquences les plus élevées. On a choisi ici de pondérer les fréquences aériennes par un coefficient  $\frac{1}{2}$ . Il aurait sans doute été plus justifié, mais peut-être moins lisible, d'adopter une pondération variable suivant le nombre de vols effectivement offerts : proche de 1 pour les fréquences peu élevées et très faible à partir d'une certaine densité de desserte.

### Encadré : La construction des cartes de fréquence de desserte à grande vitesse

La construction des cartes de fréquence de desserte aérienne et ferroviaire à grande vitesse procède de plusieurs étapes successives : le recueil des données, leur traitement et enfin leur représentation graphique.

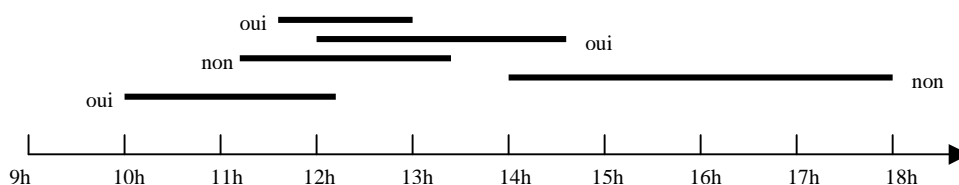
#### Le recueil des données

La recherche a porté sur les relations entre les principales agglomérations françaises. Dans un premier temps, la totalité des agglomérations de plus de 120.000 habitants ont été retenues, soit 38. Dans un second temps, pour éviter les effets de proximité trop manifestes, les agglomérations situées à moins de 70 km d'une autre agglomération plus importante ont été éliminées. C'est le cas de Douai, Lens et Valenciennes par rapport à Lille, Le Havre par rapport à Rouen, Metz par rapport à Nancy, Cannes-Antibes par rapport à Nice et Saint-Etienne par rapport à Lyon. 31 agglomérations demeurent dans la sélection.

Le recueil des données a ensuite intégralement été effectué par interrogation des sites Internet des grands opérateurs présents en France : Air France ([www.airfrance.fr](http://www.airfrance.fr)), Air Liberté ([www.air-liberte.fr](http://www.air-liberte.fr)) et SNCF ([www.sncf.com](http://www.sncf.com)). Le site de la compagnie Air Littoral ([www.airlittoral.fr](http://www.airlittoral.fr)) n'affichait pas, au moment de la recherche, les horaires des vols qu'elle propose. C'est sur le site de Swissair ([www.swissair.com](http://www.swissair.com)) que ceux-ci ont été récupérés. Des ajouts ont encore été effectués à partir du site de la compagnie Regional Airlines ([www.regionalairlines.com](http://www.regionalairlines.com)), dont une partie des vols est déjà proposés dans les pages d'Air France. Enfin, des vérifications ont été réalisées à partir du site des aéroports français ([www.aeroport.fr](http://www.aeroport.fr)).

Les horaires relevés sont ceux proposés pour le mardi 21 novembre 2000, un jour *a priori* parfaitement banal. Ils impliquent un départ après 5h30 et une arrivée avant 22h30. Pour chaque couple origine-destination considéré, seuls les trajets impliquant une correspondance au plus ont pu être pris en compte. Parmi ceux-ci, seuls ceux proposés directement par les opérateurs ont été retenus. En particulier, aucune possibilité de correspondance entre opérateurs (TGV+avion par exemple) n'a été envisagée, à l'exception de celle proposée sur son site par Air France au départ de Lille vers Mulhouse-Bâle.

Sur la base des horaires affichés par les opérateurs, la durée-limite retenue pour les trajets de gare à gare ou d'aéroport à aéroport est de 3h15. Cette durée n'inclut donc pas les trajets initiaux et terminaux. Lorsque l'offre mise à disposition par un opérateur sur une O-D est diversifiée, il peut arriver que les horaires d'un trajet proposé (A) « recouvrent » les horaires d'un autre trajet plus court (B) (le départ de A est alors antérieur au départ de B et l'arrivée de A est postérieure à l'arrivée de B). Dans ce cas uniquement, le trajet A n'est pas sélectionné. Le schéma suivant précise les conditions de sélection :



En revanche, les horaires des différents opérateurs n'ont pas été comparés et aucune redondance des offres de la SNCF, d'Air France et d'Air Liberté n'a été supprimée.

Les deux aéroports parisiens ont été considérés sans différence. De même, concernant les dessertes ferroviaires, l'ensemble des gares situées dans la ville-centre a été pris en compte pour chaque agglomération comme s'il s'agissait d'un seul et même point de desserte. La desserte des gares de périphérie a par contre été ignoré sauf pour Orléans (Les Aubrais), Tours (Saint-Pierre-des-C.) et Amiens (Longueau). Les arrêts dans les gares-TGV « bis » de région parisienne et lyonnaise (Massy, Roissy, Chessy et Saint-Exupéry), en particulier, n'ont pas été pris en compte. Il y a sur ce point une distorsion manifeste entre les deux modes. Celle-ci peut être atténuée en intégrant des temps de trajet initiaux et terminaux moyens qui rendent compte de la position excentrée des aéroports par rapport aux agglomérations qu'ils desservent.

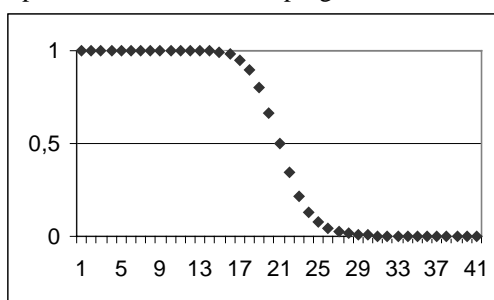
Enfin, aucune condition de sélection ne porte sur le tarif des différents trajets proposés (malgré des écarts parfois importants entre différentes relations et pour une même relation, entre modes de transport comme au sein de chaque mode), ni sur les itinéraires empruntés (que le jeu des correspondance rend parfois peu intuitifs).

**encadré : La construction des cartes de fréquence de desserte à grande vitesse... (suite)...**

**Une pondération différenciée des fréquences observées ?**

Une fois enregistrées les fréquences de desserte de chaque relation pour chaque opérateur, les valeurs ont été agrégées par mode par simple addition. L'agrégation des valeurs des deux modes aérien et ferroviaire a été plus délicate en raison de l'incidence de stratégies de desserte contrastées de la part des opérateurs. Sur les grandes lignes au trafic le plus intense, la SNCF limite en effet la desserte à une bonne vingtaine d'allers-retours quotidiens (par exemple, sur les trois dessertes TGV cadencées depuis Paris : 23 vers Lille, 22 vers Lyon et 21 vers Nantes). En regard, les « Navettes » d'Air France offrent 32 possibilités chaque jour vers Toulouse et 33 vers Marseille, auxquelles il faut ajouter 16 vols Paris-Toulouse d'Air Liberté. Dans ces conditions, la simple sommation des fréquences des deux modes traduit une réalité qui, à ces niveaux d'offre, révèle aussi un biais : les relations qui, du fait de leur longueur, sont préférentiellement desservies par l'avion risquent aussi d'être celles qui, tendanciellement, bénéficient des fréquences les plus élevées. Le nombre de dessertes quotidiennes constitue-t-il encore, à partir d'une certaine densité, un élément tangible de qualité de service ?

On a choisi ici de pondérer les fréquences aériennes par un coefficient  $\frac{1}{2}$ . Cette solution est encore insatisfaisante. Elle conserve néanmoins le mérite de rester simple, et donc plus facilement lisible que d'autres solutions envisageables. On peut par exemple imaginer d'adopter une pondération variable suivant le nombre de vols effectivement offerts : proche de 1 pour les fréquences peu élevées et très faible à partir d'une certaine densité de desserte. L'idée qu'un seuil existe au delà duquel une possibilité horaire supplémentaire n'apporte plus que peu d'amélioration de la qualité de service est plausible. On peut par exemple utiliser une fonction logistique calculant le poids de la fréquence supplémentaire  $p_f$  en fonction du nombre  $x$  de fréquences déjà observées sur la même liaison d'après la formule suivante :  $p(x) = 1/(1+\exp(K(x-M^2/x)))$  où  $M$  est telle que  $p(M) = 0,5$  et  $K/2$  est la pente en  $p(M)$ .  $M$  détermine donc la position du seuil et  $K$  sa progressivité. La courbe ci-dessous est tracée pour  $M = 21$  et  $K = 1/3$ .



La fréquence pondérée totale d'une relation,  $f_p(f)$  s'obtient en fonction de la fréquence observée  $f$  en sommant les valeurs discrètes de  $p(x)$ ,  $x$  variant de 1 à  $f$ . Le tableau précise ces valeurs.

$f$	1	16	17	18	19	20	21
$f_p$	1	16	16,9	17,8	18,6	19,3	19,8

$f$	22	23	24	25	27	28	41
$f_p$	20,1	20,3	20,5	20,6	20,6	20,7	20,7

On observe que pour l'essentiel, cette pondération consiste à limiter le niveau de fréquence maximum, ici à 20,7. On peut alors envisager plus simplement d'utiliser une simple fonction en escalier plutôt qu'une fonction logistique pour obtenir un résultat finalement très similaire.

Quoi qu'il en soit, la question est réelle de savoir s'il est possible de déterminer la valeur de ce seuil en excluant tout choix arbitraire. De même, on peut se demander si l'on peut raisonner cette question en faisant abstraction de la répartition horaire des différentes dessertes proposées. On voit à travers cette dernière interrogation que l'investigation change de nature, qu'elle s'oriente alors vers la mise au point d'un indicateur d'accessibilité lourd, impliquant une masse de donnée importante. Tout en soulignant l'intérêt de cette démarche, on fait le pari ici que les conditions de desserte à grande vitesse des principales agglomérations françaises peuvent être utilement éclairées par le simple examen des fréquences.



## encadré : La construction des cartes de fréquence de desserte à grande vitesse... (fin)

### Calcul d'un coefficient d'intensité de l'offre

Comme les trafics, il est logique que la fréquence de desserte entre les villes diminue avec la distance et augmente avec le poids démographique des points reliés. Cette variation est un élément important de la réalité à représenter et il convient de ne pas l'occultier. C'est dans cet esprit que les cartes sont construites, sur la base des données brutes de fréquence, figurées par l'épaisseur des arcs (voir légende). On peut cependant compléter l'information ainsi mise à disposition en indiquant pour chaque liaison, l'intensité de l'offre hors effet de distance et de population. Cette information complémentaire correspond à la couleur de chaque arc suivant un code d'intensité décroissante du marron au rouge, à l'orange, au jaune et au bleu (voir légende). Ce code est issu d'un ratio K égal au rapport de la fréquence observée (ici fréq fer+ fréq air/2) et d'une fréquence théorique dont la présentation suit.

La fréquence théorique (f) est calculée sur la base d'une formule gravitaire sensée rendre compte de l'effet distance et de l'effet masse :  $f = B \cdot (m \cdot m')^a / d^c$ , soit  $\ln(f) = \ln(B) + a \cdot \ln(m \cdot m') - c \cdot \ln(d)$

Par régression linéaire multiple, cette fonction est alors calée sur l'ensemble des fréquences observées non nulles, soit un échantillon de 220 valeurs. Les résultats de régression obtenus sont les suivants :

	coefficients	Probabilités critiques	$R^2 = 0,58$
B	-1,87	0,04	
a	0,36	1,41E-21	
c	1,01	2,35E-35	

On constate donc une valeur des résidus ( $R^2$ ) relativement élevée qui indique la réalité de l'influence des deux paramètres retenus (mm' et d). En revanche, elle demeure éloignée de 1 ce qui signifie que la répartition de l'offre de transport entre les grandes villes ne suit pas parfaitement une loi gravitaire. On ne s'étonnera pas de l'influence d'autres paramètres. L'examen des chiffres indique par exemple que les relations bénéficiant d'une offre aérienne sont tendanciellement plutôt mieux desservies que ne le prévoit le modèle théorique, malgré le coefficient  $\frac{1}{2}$  qui affecte les fréquences aériennes. C'est bien cet écart entre valeurs observées et valeurs théoriques qui donne son intérêt à l'exercice.

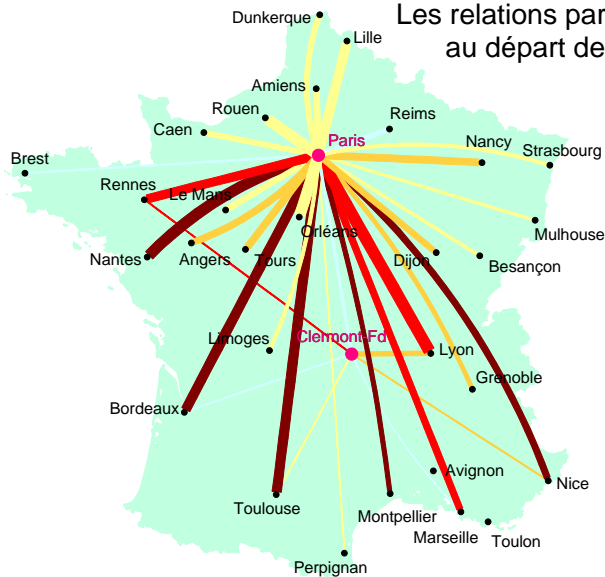
On notera la valeur des coefficients obtenus. a, le coefficient appliqué aux masses, est très inférieure à 1, valeur souvent retenue par analogie aux lois de la mécanique. De même, c, qui affecte la distance, est très proche de 1 et non de 2. Ce dernier résultat paraît confirmer ce que retient Félix DAMETTE (1994, p. 106) d'un exercice identique mené sur le trafic ferroviaire.

### Construction des cartes

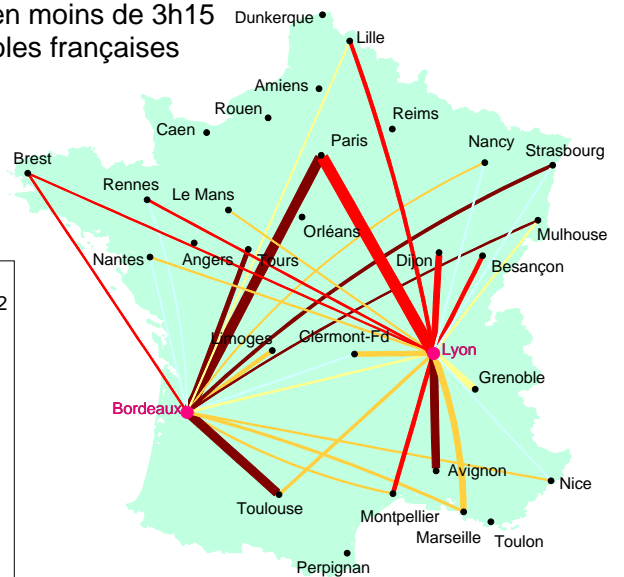
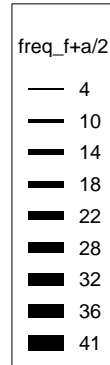
Le traitement graphique des données a été réalisé à l'aide du logiciel Géoconcept, spécialisé dans la gestion des données spatialisées. Seuls ont été représentés les arcs correspondant à une fréquence réelle pondérée supérieure à 2. L'épaisseur des arcs a été représentée de façon proportionnelle à la valeur de la fréquence observée (pondérée d'un coef.  $\frac{1}{2}$  pour la desserte aérienne). Le ratio K d'intensité de l'offre, résultat du quotient fréquence réelle sur fréquence théorique, a été représenté par un code de couleur. Les cartes devenant rapidement difficiles à lire, le nombre de villes dont le système de desserte est figuré sur une même carte a été limité à 2 dans le cas des agglomérations les plus importantes. En revanche, les villes au système de desserte moins étoffé peuvent figurer à 3 ou 4 sur un même fond.

# Fréquence de dessertes aérienne et ferroviaire à grande vitesse

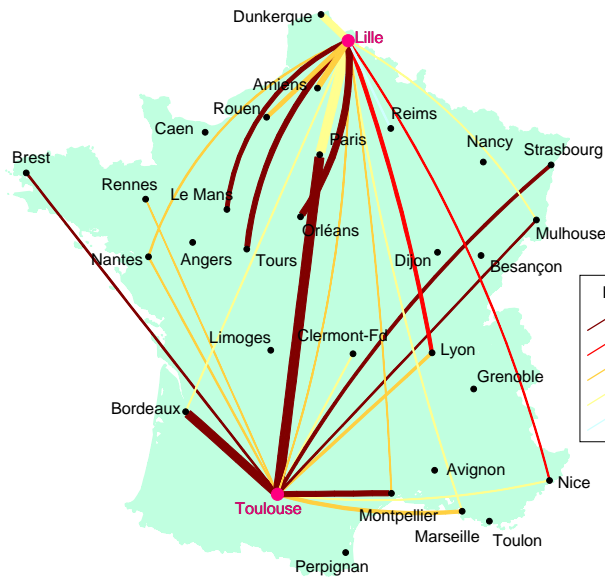
Les relations parcourues en moins de 3h15  
au départ des métropoles françaises



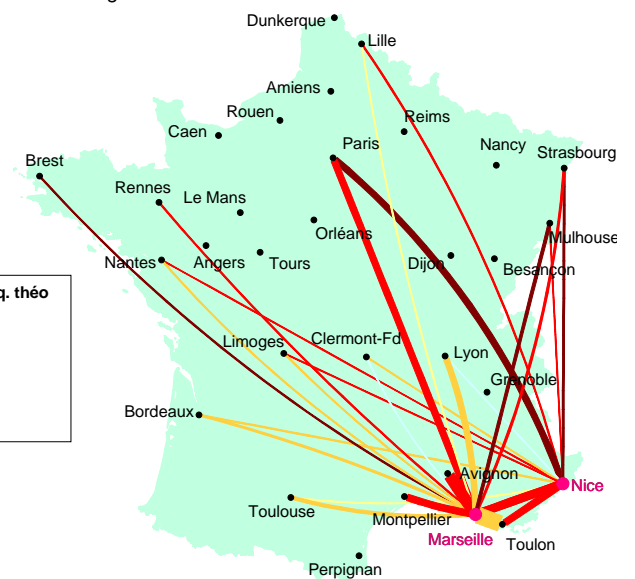
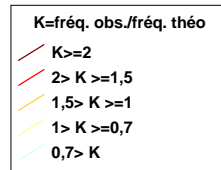
Carte 1 : Paris et Clermont, grand hub et petit hub



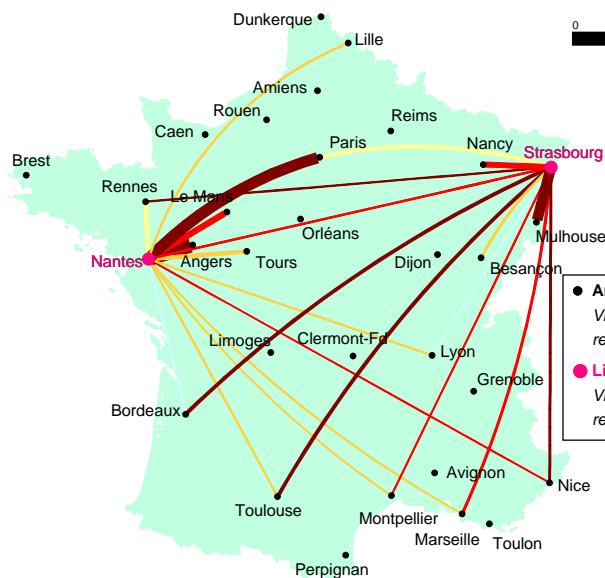
Carte 2 : Lyon et Bordeaux, diversité de l'offre grâce au train et à l'avion



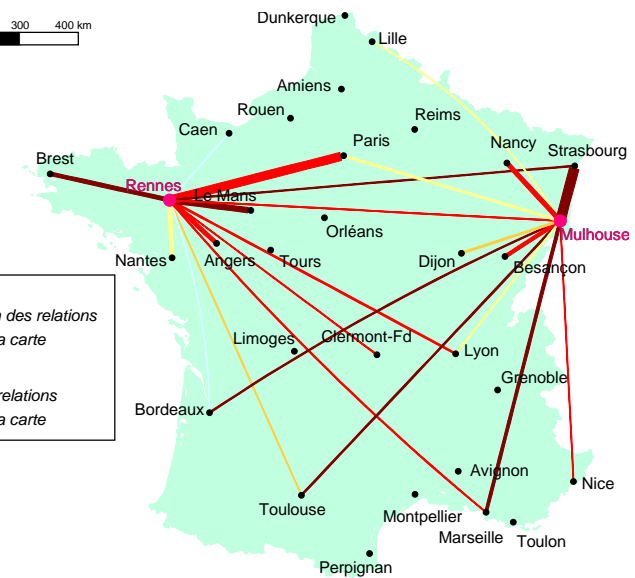
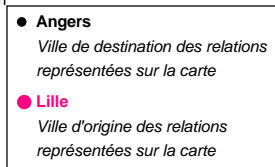
Carte 3 : Toulouse loin au sud, et Lille trop près au nord



Carte 4 : Marseille et Nice, les 2 aéroports du sud-est



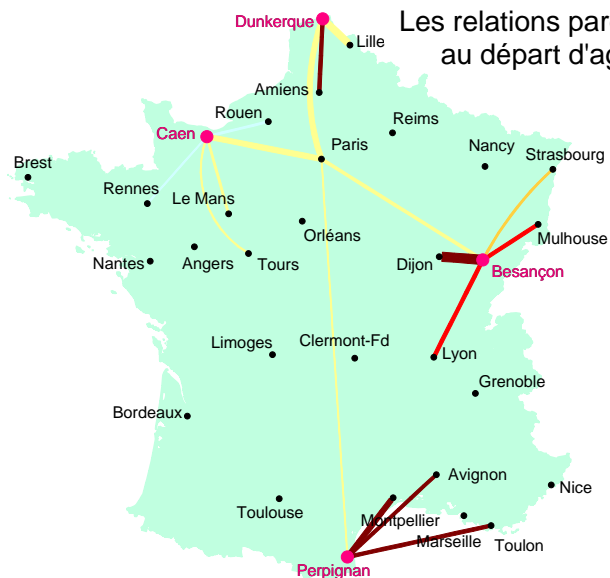
Carte 5 : Nantes et Strasbourg, vraiment capitales de l'ouest et de l'est ?



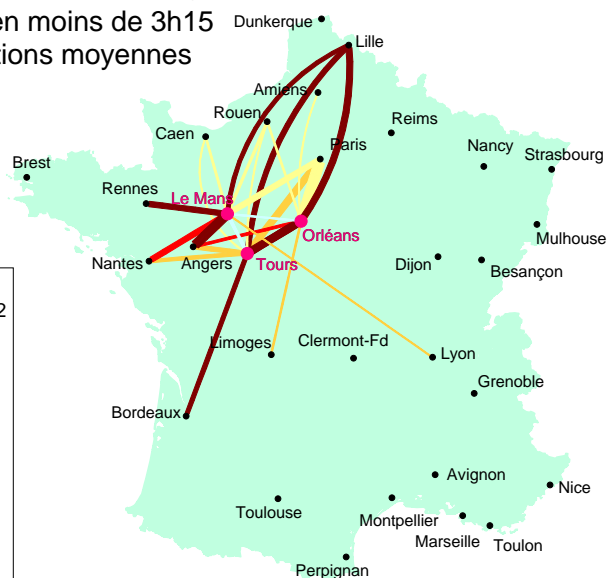
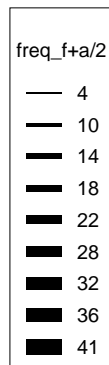
Carte 6 : Rennes et Mulhouse, les challengers

## Fréquence de dessertes aérienne et ferroviaire à grande vitesse

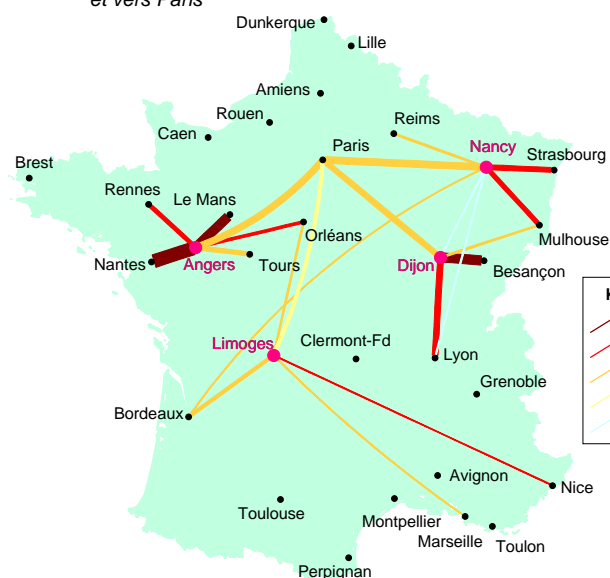
Les relations parcourues en moins de 3h15  
au départ d'agglomérations moyennes



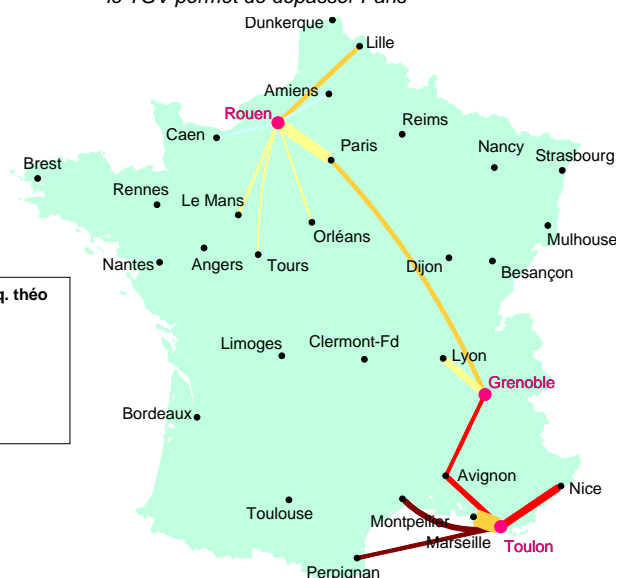
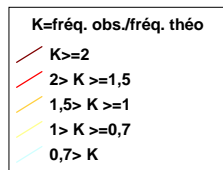
Carte 7 : le cas général, une offre vers la région proche et vers Paris



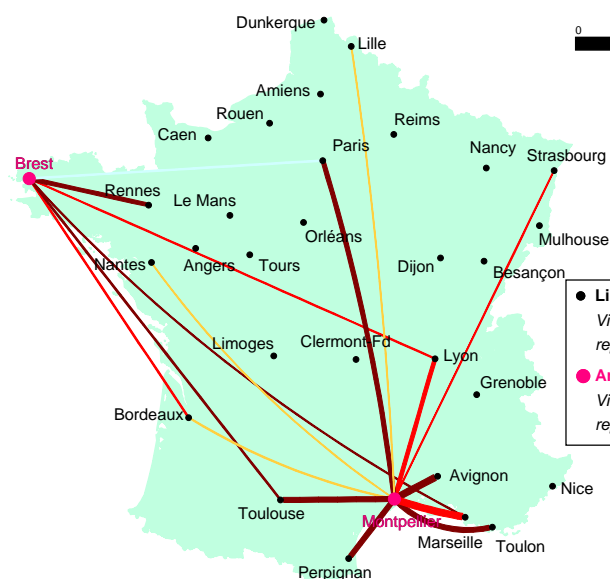
Carte 8 : depuis les franges du bassin parisien, le TGV permet de dépasser Paris



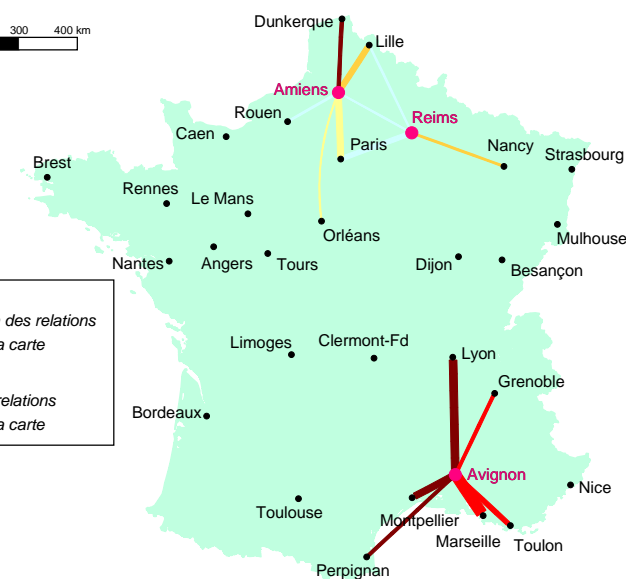
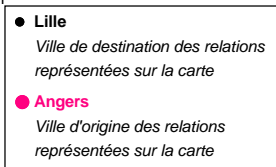
Carte 9 : une offre régionale et en direction de Paris, quelques possibilités supplémentaires en avion



Carte 10 : Rouen, Grenoble ou Toulon, trop près d'un grand aéroport pour développer le leur



Carte 11 : Brest et Montpellier, la distance comme avantage grâce à l'avion



Carte 12 : Amiens et Reims, près de Paris, Avignon, près de Marseille

## La hiérarchie de l'offre de transport à grande vitesse

Les 12 cartes présentées mettent en évidence des situations plutôt contrastées. Elles illustrent que l'offre de transport à grande vitesse est très inégalement répartie. Bien sûr, elles font ressortir la situation très avantageuse de Paris de ce point de vue (Carte 1). La Capitale est la seule cité qui dispose d'une relation à grande vitesse avec la quasi-totalité des autres villes de l'échantillon. Seules lui manquent des liaisons performantes et directes avec Avignon et Toulon. Outre la présence de l'aéroport de Marseille-Marignane qui permet de combler cette lacune en moins de 3h15, la mise en service récente du tronçon Méditerranée du TGV améliore encore, depuis le recueil des données, les conditions de déplacement vers le sud-est.

En termes d'intensité, il semble se dessiner un contraste nord-sud au départ de Paris. Plutôt qu'une simple opposition de latitude, il s'agit en réalité des stratégies de fréquence différenciées des deux modes de transport en présence : les arcs les plus intenses (qui apparaissent en marron ou rouge sur la carte) correspondent tous à des relations desservies par l'avion seul (Marseille ou Toulouse aux conditions de grande vitesse) ou concurremment au train (Nantes ou Lyon par exemple). Le cas de Lille est symptomatique de cette réalité où la vingtaine d'allers-retours quotidiens proposée par la SNCF fait finalement bien pâle figure. Un traitement différent de la pondération des fréquences observées devrait néanmoins conduire à des résultats disqualifiant un peu moins l'offre ferroviaire.

Clermont-Ferrand a également été représentée sur cette même Carte 1. Il s'agit d'une part d'un clin d'œil visant la réputation d'enclavement dont elle pâtit. Mais il s'agit aussi de relativiser les discours tenus sur les *hubs*, ces plate-formes de correspondance autour desquelles le transport aérien tend à s'organiser. La logique en a rapidement été présentée au chapitre deux. Selon la théorie, les aéroports choisis pour ce rôle bénéficient d'une offre de transport largement augmentée par rapport à celle que pourrait justifier leur aire de chalandise naturelle. L'exemple de Clermont-Ferrand amène à tirer une conclusion mitigée de ce point de vue : *hub* de Regional Airlines, la Capitale auvergnate est loin d'être accessible à grande vitesse depuis l'ensemble du territoire français. Elle ne bénéficie pas d'une offre aussi diversifiée que les grandes agglomérations de Province dont la desserte est illustrée sur les Cartes 2 à 6. On peut avancer que, *grosso modo*, son statut de *hub* ne permet pas à Clermont de changer de catégorie (3).

Concernant les plus grandes villes de Province (Cartes 2 à 6), les systèmes de desserte présentent une forte régularité. Il n'est donc pas nécessaire de détailler la situation de chacune des agglomérations dont l'offre de transport à grande vitesse est figurée sur les cartes. Il suffit d'évoquer les principes généraux. Les systèmes de desserte sont en effet systématiquement composés de trois éléments :

- un sous-ensemble régional tout d'abord, pris en charge par le chemin de fer ;
- une liaison avec Paris ensuite, toujours importante qu'elle soit exclusivement aérienne (Marseille ou Toulouse), ferroviaire (Lille) ou mixte (Lyon, Nantes) ;

---

(3) Il conviendrait de relativiser ce jugement en soulignant que Regional est une compagnie spécialisée dans la desserte des agglomérations de taille moyenne. Son hub est organisé autour de deux plages de correspondance, le matin et le soir. Dans ce cadre, des services nombreux existent, mais moyennant des fréquences souvent faibles (2 A/R quotidiens vers Avignon, Caen ou Dijon par exemple). Les conditions de sélection retenues pour construire les cartes sont alors particulièrement défavorable à la configuration clermontoise. Cela étant, on visualise le peu d'effet d'amplification de ce dispositif sur les liaisons avec les grandes métropoles et l'on peut s'interroger sur le bénéfice réel que tire l'agglomération de ces possibilités de liaisons avec d'autres villes moyennes.

- enfin un sous-ensemble de relations à longue distance, aériennes dans la plupart des cas, qui relie prioritairement chacune de ces grandes agglomérations à la totalité ses homologues.

Dans une optique de repérage de la hiérarchisation de l'offre de transport à grande vitesse, ce dernier point est important. Parmi les 31 villes de l'échantillon présenté, on distingue effectivement un sous-ensemble particulier, dont tous les éléments sont reliés les uns aux autres dans des conditions suffisamment performantes pour satisfaire aux critères de sélection retenus ici et pouvoir afficher les arcs correspondant. Ce sous-ensemble regroupe les 8 principales agglomérations françaises que Félix DAMETTE (1994) accepte de qualifier de métropole, à savoir Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nantes, Paris, Strasbourg et Toulouse (4). On peut également ajouter Nice à cet ensemble. Cette réalité met bien en évidence le caractère fortement métropolitain du réseau d'offre de transport à grande vitesse.

À un niveau un peu inférieur, un petit groupe de trois cités semble en mesure de recoller à ce peloton de tête. Il rassemble Rennes et Mulhouse d'une part, qui paraissent disputer le *leadership* de (respectivement) l'ouest et l'est à Nantes et Strasbourg (Carte 6), et Montpellier d'autre part (Carte 11). Ces agglomérations bénéficient en effet d'un système de desserte qui les connecte à la plupart des métropoles, mais plutôt mal entre elles. Ce groupe intermédiaire est un peu celui des particularités locales, auquel on aurait peut-être pu adjoindre Nice d'un côté et Brest de l'autre. Rennes et Montpellier s'y retrouvent en raison de la diversité des « fonctions d'Etat » dans lesquelles elles sont plutôt spécialisées (DAMETTE, 1994, p. 101). Mulhouse y doit certainement sa place au fait qu'elle partage son aéroport avec l'agglomération helvétique de Bâle. La particularité de Nice (deuxième aéroport international du pays) dans le paysage aérien français n'est plus à souligner. Enfin, l'éloignement de Brest oriente la presque totalité de l'offre de transport la concernant sur l'avion, lui permettant paradoxalement de tenir une bonne place dans le système de desserte à grande vitesse.

Le contraste est en tout cas très net avec les autres villes de l'échantillon. Alors que le système de desserte métropolitain est composé de trois éléments – régional, parisien et longue distance – le système de desserte dont disposent habituellement les villes moyennes n'est composé, comme l'illustre la Carte 7, que des deux premiers. L'élément régional dépend beaucoup de la position sur le réseau ferroviaire (on notera la situation avantageuse dont bénéficient par exemple Angers ou Avignon) alors qu'un nombre réduit de liaisons aériennes à longue distance peuvent aussi apparaître comme dans les cas de Limoges et Nancy (Carte 9).

Quelques spécificités peuvent être soulignées. La première concerne l'effet de la proximité d'un aéroport métropolitain. On remarque en effet que ni Grenoble, ni Rouen, ni Toulon ne réussissent à afficher de liaisons à longue distance malgré leur poids. Il est vrai que la représentation choisie ne rend pas compte des possibilités pour un Grenoblois, par exemple, d'aller jusqu'à Lyon-Saint-Exupéry chercher l'offre dont il a besoin. Compte tenu des contraintes de délais imposées pour sélectionner l'offre à grande vitesse, il est de toute façon fort probable que l'acheminement initial serait très handicapant. Le cas de ces agglomérations

---

(4) La seule liaison défaillante est celle qui joint Lille à Strasbourg pour laquelle Air France ne propose que 3 A/R quotidiens. On notera que si l'on suit Philippe MÉNERAULT et Vaclav STRANSKY (1999) et que l'on tente de compléter cette grille des dessertes en combinant les horaires du TGV Lille-Roissy et de l'avion Roissy-Strasbourg (avec  $\frac{3}{4}$  d'heure minimum de battement à Roissy), 3 possibilités supplémentaires apparaissent alors, parfaitement distinctes et complémentaires des vols directs proposés par Air France. D'autres sous-ensembles présentant les mêmes caractéristiques de connectivité pourraient être isolés. Le plus remarquable est peut-être celui qui rassemble autour de Paris, Lille, Rouen, Le Mans, Tours et Orléans (situation qu'illustre presque complètement la carte 8). En revanche, aucun ne présente un tel effectif, ni une extension géographique couvrant l'ensemble du territoire français.

repose en réalité avec force la problématique de Philippe MENERAULT et Vaclav STRANSKY (1999) d'une combinaison intermodale.

L'autre particularité concerne le Bassin Parisien. Le caractère remarquable de l'ensemble connexe formé de Paris, Lille, Rouen, Le Mans, Tours et Orléans a déjà été souligné en note. Il apparaît assez nettement sur la Carte 8. Ces villes situées aux franges de l'Île-de-France sont en effet reliées à Paris en une heure de trajet environ. Si, à l'instar du serveur Internet de la SNCF, on ajoute une heure supplémentaire nécessaire pour la traversée de Paris, on comprend que des relations puissent s'établir de part et d'autre de la Capitale en moins de 3h15. Comme les horaires des différentes lignes convergeant vers Paris ne sont pas coordonnés, il est nécessaire de disposer d'une fréquence suffisante pour qu'une correspondance puisse s'établir dans des délais raisonnables. La Carte 12, illustre ainsi qu'Amiens, et surtout Reims, ne disposent pas de cette liaison fréquente et donc ne réussissent guère à franchir la Seine.

Sur ce type de liaison, le TGV peut fonctionner de deux manières complémentaires. L'exemple des relations entre Le Mans, Tours et Lille montre comment les fréquences élevées et les gains de temps qu'il procure peuvent être mis à profit à travers un jeu de correspondances entre gares parisiennes. Les liaisons TGV directes de Lyon vers Le Mans ou Lille qui ont pu être prises en compte dans cet exercice illustrent le changement d'échelle que permet l'interconnexion des lignes nouvelles convergeant vers Paris en supprimant l'obstacle de la correspondance *intra muros*.

Il convient cependant de souligner que cette offre de transport de région à région ne consiste pas seulement à éviter Paris, mais aussi à desservir sa banlieue : sans un ou deux arrêts – systématiques – à Roissy, Chessy ou Massy pour augmenter le remplissage des trains, les TGV d'interconnexion ne circuleraient pas. En outre, il faut bien considérer que c'est en priorité au départ des métropoles de Province qu'elle se met en place à mesure de l'extension du réseau TGV. Elle s'inscrit donc également dans une structure hiérarchisée de l'offre de transport à grande vitesse.

## Conclusion

La conclusion générale que l'on peut tirer de l'analyse des cartes présentée est la confirmation de ce que l'offre de transport à grande vitesse, observée à travers les fréquences de desserte est spatialement très différenciée. La structure qu'elle met en évidence suit assez fidèlement les grands traits de la hiérarchie urbaine française. Le fait de ne retrouver dans le groupe de tête que Paris, puis les 7 agglomérations de Province que DAMETTE qualifie de métropole confirme la solidité de ce résultat. Bien sûr, il n'étonnera guère, encore convenait-il de l'établir avec suffisamment de netteté.

Le rôle spécifique du TGV dans ce schéma est plus ténu. Le réseau de lignes nouvelles est certes essentiellement radial. L'offre, quand on la mesure en fréquence, renforce encore cette prédominance de Paris. Mais les dessertes ferroviaires à grande vitesse n'ont pas (encore ?) l'extension géographique nécessaire pour laisser apparaître un réseau de métropoles faisant système. De même, les performances du mode ferroviaire sont, de ce point de vue, insuffisantes par rapport à la taille du territoire français et aux vitesses commerciales permises par le mode aérien. C'est en majeure partie grâce à l'avion que ce réseau fonctionne en termes de déplacement de personne, le TGV ne jouant un rôle d'appoint, de concurrent ou de substitut, que dans un nombre limité de cas, bien qu'il s'agisse souvent des relations les plus fréquentées.

On s'autorisera enfin à rapprocher ces résultats de ceux, présentés l'an dernier à Bordeaux, qui avaient pu être obtenus en analysant non plus l'offre de transport, mais la demande (KLEIN, 2001, et KLEIN à paraître). En distinguant, suivant une méthodologie largement empruntée à l'équipe STRATES de Félix DAMETTE (STRATES, 1989), les activités « métropolitaines » (ou « transactionnelles » ou « quaternaires » selon les terminologies proposées dès les années 60 (GOTTMANN, 1961, pp. 576-580 ; GOTTMANN, 1970, pp. 324-325, COREY, 1982)) et les activités « non métropolitaines » ou « banales », on pouvait voir apparaître une structure spatiale duale des flux de voyageurs professionnels : un *espace métropolitain* à la structure résiliaire dessinée par des flux de voyageurs (appartenant aux activités métropolitaines) plutôt équilibrés tant en volume qu'en niveau hiérarchique entre Paris et différentes villes de Province et un *espace banal*, caractérisé par des flux fortement dissymétriques (les voyageurs parisiens se rendant en Province étant beaucoup moins nombreux mais d'un niveau hiérarchique nettement plus élevé que les provinciaux se rendant à Paris) dénotant une domination parisienne.

Si l'on ajoute que la part des trafics générés par les activités métropolitaines diminue avec la taille des agglomérations on constate, sans trop d'étonnement néanmoins, une bonne adéquation entre le réseau d'offre de transport à grande vitesse et cette analyse de la composition de la demande de déplacement : les principaux nœuds de l'espace métropolitain tissent entre eux un réseau complet, qui relie les sept plus grandes agglomérations françaises non seulement à Paris, mais aussi à chacune de leurs consœurs ; en revanche, les plus petites villes sont souvent moins bien inscrites dans l'espace métropolitain et, en dehors des liens de proximité, c'est avec Paris que s'établit la principale liaison, mais aussi les relations de domination.

## Bibliographie

Étienne AUPHAN, Pascale DANCOISNE, Konrad SCHLIEPHAKE et Jean VARLET, 1993, "De la distance-temps à la distance-coût", in Alain BONNAFOUS, François PLASSARD et Bénédicte VULIN (dir.), *Circuler demain*, Datar/éditions de l'aube, coll. Le monde en cours, Paris/La Tour d'Aigues, pp. 143-156.

Nadine CATTAN et Claude GRASLAND, 1997, *Les différentiels d'accessibilité des villes moyennes en France*, Rapport de recherche pour le Ministère de l'Équipement, du Transport et du Logement, CNRS, décembre, volume 1, *L'accessibilité routière*, 115 p.

Nadine CATTAN et Claude GRASLAND, 1998, *Les différentiels d'accessibilité des villes moyennes en France*, Rapport de recherche pour le Ministère de l'Équipement, du Transport et du Logement, CNRS, septembre, volume 2, *Une approche multimodale*, 83 p.

Nadine CATTAN, 1992a, *La mise en réseau des villes européennes*, Thèse de Doctorat, Université de Paris I, Paris, 379 p.

Nadine CATTAN, 1992b, "Air and Rail accessibilities and attractivities of european metropolis", in *Lyon'92 - Selected Proceedings of the Sixth World Conference on Transport Research*, volume I, *Land Use Development and Globalisation/Espace, développement et globalisation*, pp. 43-54.

Nadine CATTAN, Denise PUMAIN, Céline ROZENBLATT et Thérèse SAINT-JULIEN, 1994, *Le système des villes européennes*, Anthropos/Économica, coll. Villes, Paris, 201 p.

Colette CAUVIN, Jean-Paul MARTIN et Henry REYMOND, 1993, "Une accessibilité renouvelée", in Alain BONNAFOUS, François PLASSARD et Bénédicte VULIN (dir.), *Circuler demain*, Datar/éditions de l'aube, coll. Le monde en cours, Paris/La Tour d'Aigues, pp. 93-127.

Kenneth E. COREY, 1982, "Transactional forces and the metropolis", *Ekistics*, vol. 49, n° 297, pp. 416-423.

Félix DAMETTE, 1994, *La France en ville*, La documentation française, Paris, 271 p.

Gilles DUMARTIN, 1994, Une mesure d'accessibilité interurbaine, Observatoire économique et Statistique des Transports, Août, 45 p. + annexes.

Jean GOTTMANN, 1961, *Megalopolis: the Urbanized Northeastern Seaboard of the United States*, New-York, Twentieth Century found, XI + 810 p.

Jean GOTTMANN, 1970, "Urban centrality and the interweaving of the quaternary activities", *Ekistics*, vol. 29, n° 174, pp. 322-330.

Javier GUTIÉRREZ et Paloma URBANO, 1996, "Accessibility in the European Union: the impact of the trans-European road network", *Journal of Transport Geography*, vol. 4, n° 1, pp. 15-25.

Javier GUTIÉRREZ, Rafael GONZALES et Gabriel GOMEZ, 1996, "The European high-speed train network – Predicted effects on accessibility patterns", *Journal of Transport Geography*, vol. 4, n° 4, pp. 227-238.

Olivier KLEIN, 2001, *Les horizons de la grande vitesse : le TGV, une innovation lue à travers les mutations de son époque*, Thèse de Doctorat es sciences économiques, Université Lyon 2, 308 p.

Olivier KLEIN, (à paraître), "Le travail métropolitain : un outil géographique pour révéler l'usage sélectif de la grande vitesse", *L'espace Géographique*.

Alain L'HOSTIS, Philippe MATHIS et Nadine POLOMBO, 1993, "Les grandes vitesses", in Alain BONNAFOUS, François PLASSARD et Bénédicte VULIN (dir.), *Circuler demain*, Datar/éditions de l'aube, coll. Le monde en cours, Paris/La Tour d'Aigues, pp. 129-142.

Philippe MÉNERAULT et Vaclav STRANSKY, 1999, "La face cachée de l'intermodalité - Essai de représentation appliquée au couple TGV/air dans la desserte de Lille", *Les Cahiers Scientifiques du Transport*, n° 35, pp. 29-53.

STRATES, 1989, *Métropolisation et aires métropolitaines : Internationalisation et enjeux urbains*, Rapport pour la DATAR, le Commissariat Général au Plan et le Plan Urbain, Paris, 355 p.

Gunnar TÖRNQVIST, 1970, *Contact systems and regional development*, Lund studies in geography, g Ser. B, Human geography, vol. 35, 148 p.

Jean VARLET, 1987, *Géographie des relations ferroviaires en France*, Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle en Géographie soutenue le 8 juillet 1987, Institut de Géographie, Université de Clermont II, 219 p.

Roger VICKERMAN, Klaus SPIEKERMANN et Michael WEGENER, 1999, "Accessibility and Economic Development in Europe", *Regional Studies*, vol. 33, n° 1, pp. 1-15.

Jean-Benoît ZIMMERMAN, 1998, "Nomadisme et ancrage territorial : propositions méthodologiques pour l'analyse des relations firmes-territoires", *Revue d'Économie Régionale et Urbaine*, n° 2, pp. 211-230.